

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukční návrh otočného mechanismu pro horizontální upnutí profilů

Engineering Design of the Rotary Mechanism for Horizontal Mounting of
Profiles

Student:

Bc. Lukáš Kudrna

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Kudrna**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství**
Specializace: **20 Výrobní stroje a zařízení**
Téma: **Konstrukční návrh otočného mechanismu pro horizontální upnutí profilů**
Engineering Design of the Rotary Mechanism for Horizontal Mounting of Profiles

Zásady pro vypracování:

Navrhnete konstrukční řešení otočného mechanismu pro horizontální upnutí čtvercových a obdélníkových profilů. Konstrukční řešení provedte do velikosti čtvercového profilu o straně $a = 400$ [mm]. Součástí práce bude i volba vhodného pohonu, který bude s profily otáčet kolem horizontální osy. Otočný mechanismus bude použit u CNC pálicího stroje.

Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh otočného mechanismu pro horizontální upnutí čtvercových a obdélníkových profilů
3. Volba vhodného pohonu
4. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
5. Výrobní dokumentaci otočného mechanismu.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P. *Strojnické tabulky*. 3. vyd. Praha: Scientia, 1999, 985 s. ISBN 80-7183-164-6.
NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.
Literární rešerše zpracovaná v rámci Ročníkového projektu.
Podklady firmy PIERCE CONTROL AUTOMATION.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

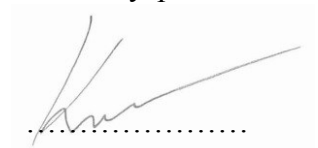


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18.5.2015

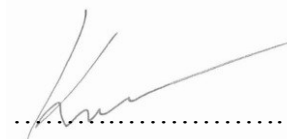


podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mojí diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 18.5.2015



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Lukáš Kudrna

Adresa trvalého pobytu autora práce: Orlová-Lutyně, Okružní 929, 73514

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KUDRNA, L. Konstrukční návrh otočného mechanismu pro horizontální upnutí profilů: diplomová práce. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2015, 61 S. Vedoucí práce: Učeň, O.

Diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem otočného mechanismu pro horizontální upnutí profilů, který se bude používat jako příslušenství pro řezací stroje RUM a MAXI od firmy PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o. Konstrukční návrh otočného mechanismu byl zpracován formou 3D modelu v programu Autodesk Inventor Professional 2012. Výkresová dokumentace mechanismu je součástí diplomové práce ve formě příloh.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

KUDRNA, L. Engineering Design of the Rotary Mechanism for Horizontal Mounting of Profiles: master thesis. Ostrava: VSB-Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Production Machines and Design, 2015, 61 P. Thesis's supervisor: Učeň, O.

Master thesis is focused on engineering design of the rotary mechanism for horizontal mounting of profiles, which will be used as an accessory for cutting machines RUM and MAXI from PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o. Engineering design of the rotary mechanism was prepared as a 3D model in Autodesk Inventor Professional 2012. Technical design documentation of mechanism is part of the thesis, available in the attachments.

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Oldřichu Učňovi, Ph.D. a konzultantovi z firmy PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o. Ing. Markovi Mertovi za čas strávený konzultacemi, podmětné připomínky a odbornou pomoc při psaní diplomové práce. Také chci poděkovat firmě PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o., která mi umožnila zpracovávat diplomovou práci.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	8
1. Úvod	11
1.1 Společnost PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r. o.....	12
1.2 Podobné zařízení ve světě	12
2. Seznam požadavků	14
3. Geometrie uchycení	15
4. Výpočet svarových spojů.....	18
5. Určení čelního soukolí s přímými zuby.....	23
5.1 Zhodnocení návrhu ozubení:.....	28
6. MKP analýza čelistového uchycení.....	29
6.1 Výpočet v poloze 1:.....	31
6.2 Výpočet v poloze 2:.....	38
6.3 Zhodnocení výsledků MKP simulací	44
7. Výpočet a výběr servomotoru	46
8. Závěr.....	53
9. Seznam použité literatury	54
Seznam obrázků.....	56
Seznam tabulek.....	58
Seznam výkresů.....	58
Přílohy.....	60

Seznam použitých značek a symbolů

D	Průměr roztečné kružnice	[mm]
D_a	Průměr hlavové kružnice	[mm]
D_b	Průměr základní kružnice	[mm]
D_f	Průměr patní kružnice	[mm]
Ek_{rad}	Kinetická energie	[J]
F	Síla	[N]
G	Modul pružnosti	[MPa]
I	Moment setrvačnosti	[kg · m ²]
M_{cel}	Kroutící moment	[N · m]
M_{ot}	Kroutící moment	[N · m]
$M_{př1}$	Kroutící moment	[N · m]
$M_{přcel}$	Kroutící moment	[N · m]
M_{servo}	Kroutící moment servomotoru	[N · m]
P	Výkon	[W]
P_{servo}	Výkon servomotoru	[W]
Re	Mez kluzu v tahu	[N·mm]
S_{sv}	Nosný průřez svaru	[mm ²]
W	Práce	[J]
a	Výška koutového svaru	[mm]
a	Zrychlení	[m · s ⁻²]
b	Šířka ozubeného kola	[mm]
c_a	Hlavová vůle	[mm]

g	Gravitační zrychlení	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
h	Výška celého zubu	$[\text{mm}]$
h_a	Výška hlavy zubu	$[\text{mm}]$
h_f	Výška paty zubů	$[\text{mm}]$
i	Převodový poměr	$[-]$
l	Výpočtová délka svaru	$[\text{mm}]$
l	Vzdálenost	$[\text{mm}]$
l'	Provedená (celková) délka svaru	$[\text{mm}]$
m	hmotnost	$[\text{Kg}]$
n	Součinitel bezpečnosti	$[-]$
n	Otáčky	$[\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}]$
n_{servo}	Otáčky servomotoru	$[\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}]$
s	Šířka zubové mezery	$[\text{mm}]$
s_u	Tloušťka zubu	$[\text{mm}]$
t	Rozteč ozubení	$[\text{mm}]$
t	Tloušťka koutového svaru	$[\text{mm}]$
t	Čas	$[\text{s}]$
v	Rychlost	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
z_1	Počet zubu pastorku	$[-]$
z_2	Počet zubů ozubeného kola	$[-]$
α	Úhel záběru zubu	$[\text{°}]$
$\alpha_{\tau \perp}$	Převodní součinitel svarového spoje	$[-]$
$\alpha_{\tau \parallel}$	Převodní součinitel svarového spoje	$[-]$

β	Součinitel tloušťky koutového svaru	[-]
σ_{Dsv}	Dovolené napětí svaru v tahu	[MPa]
σ_{Kt}	Mez kluzu v tahu	[MPa]
τ_{Dsv}	Dovolené napětí svaru ve smyku	[MPa]
τ_S	Redukované napětí	[MPa]
τ_{\perp}	Smykové napětí kolmé na směr svaru	[MPa]
τ_{\parallel}	Smykové napětí rovnoběžné se směrem svaru	[MPa]
ω_{rad}	Úhlová rychlost	[rad · s ⁻¹]
ω_{servo}	Úhlová rychlost servomotoru	[rad · s ⁻¹]

1. Úvod

Předmětem mé diplomové práce je navrhnout a zkonstruovat otočný mechanismus pro horizontální upnutí čtvercových a obdélníkových profilů, který bude používán především, jako příslušenství k pálicím strojům RUM (Obr. 1.1) a MAXI (Obr. 1.2) od firmy PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o.

Za pomoci tohoto přídavného zařízení bude možno do profilů řezat otvory různých tvarů a rozměrů, čímž se bude hodit především do stavebnictví pro velké konstrukce typu sportovních a výrobních hal, přístřešků, tribun a dalších.

V současné době se na území České republiky žádné podobné zařízení nevyrábí a poptávka po podobném zařízení stoupá.



Obr. 1.1 – portálový řezací stroj RUM [2]



Obr. 1.2 – portálový řezací stroj MAXI [3]

1.1 Společnost PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r. o.

Společnost byla založena v roce 1982 v Australské Sydney. Zabývá se vývojem a výrobou CNC a opticky řízených autogenních, plazmových a vodním paprskem řezacích strojů. Firma PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r. o. realizovala ve světě více jak 1800 instalací. Silné postavení si firma vybudovala nejen na Evropském kontinentě, ale rovněž v Austrálii, Asii, Africe a Severní Americe. Přesto, že export strojů tvoří až 90 % z celkové produkce, patří stále český a slovenský trh mezi ty nejdůležitější. Důležitým faktorem pro rozvoj firmy je fakt, že disponuje vlastním konstrukčním a vývojovým střediskem. To se zabývá vývojem nové elektroniky, programovacího a v neposlední řadě samotnou konstrukci mechanických částí stroje.

V současné době firma sídlí v ostravských Vítkovicích, kde v průměru vyrobí a instaluje 100 strojů za rok. [4]

1.2 Podobné zařízení ve světě

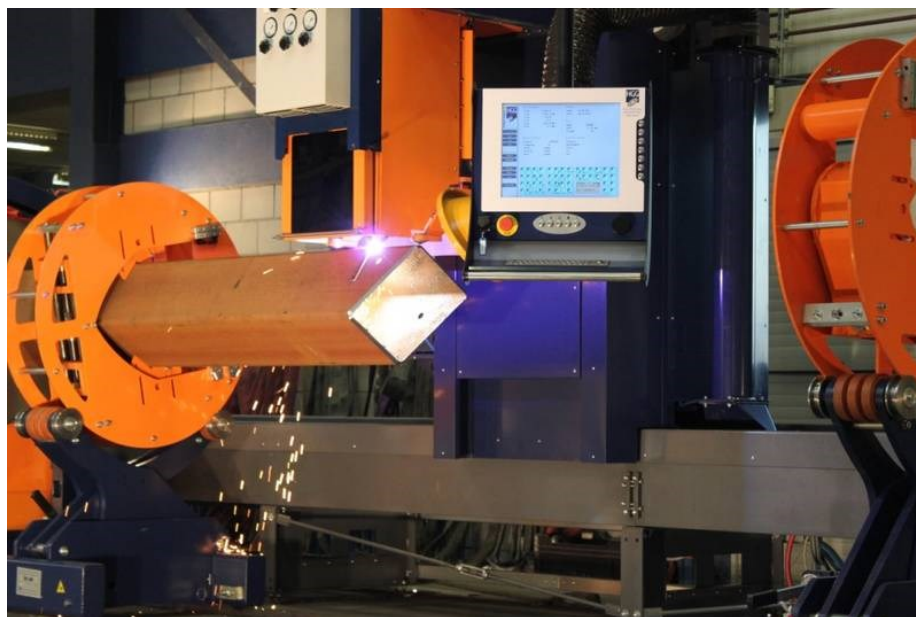
Mezi firmy, co vyrábějí podobné zařízení pro upínání čtvercových a obdélníkových profilů patří holandská HGG – GROUP a německá Müller Opladen.

HGG – GROUP:

Je mezinárodní skupinou firem s přibližně 100 zaměstnanci, jejíž sídlo je v Nizozemí. Specializují se na 3D řezání ocelových profilů. Jedna část společnosti se zaměřuje na vývoj a výrobu strojů a softwaru, zatímco ostatní firmy ze skupiny se zaměřují na řezací služby pro třetí osoby. [5]

Firma se specializuje na velké projekty, jako jsou: Stavby lodí, ropných plošin, Sportovních stadionů, Zábavních parků. Jejich realizace jsou rozmístěné po celém světě.

Jejich podobné zařízení můžeme vidět na (Obr 1.3).



Obr. 1.3 – Otočná podpěra HGG – GROUP [6]

Müller Opladen:

Německá firma, která vyvíjí a vyrábí CNC 3D řezací stroje pro trubky, čtvercové a obdélníkové profily a nosníky, ale také se specializuje na svařovací techniku a automatizaci. [7]

Jejich podobné zařízení můžeme vidět na (Obr 1.4).



Obr. 1.4 – Otočná podpěra Müller Opladen [8]

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učné, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.

2. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout otočný mechanismus pro horizontální upnutí profilů, který se bude dodávat jako příslušenství ke strojům RUM a MAXI od společnosti PIERCE CONTROL AUTOMATION spol. s r.o.

V prvních bodech mé diplomové práce jsem se věnoval obdobným zařízením vyráběným konkurenčními společnostmi.

U mého návrhu bylo zprvu zásadní vyřešit geometrii uchycení a otázku kompaktnosti samotného otočného mechanismu. Poté následoval výpočet svaru a určení vhodného převodového soukolí s přímými zuby.

Do výpočtu jsem zahrnul taktéž MKP analýzu, kterou jsem prováděl ve čtyřech různých polohách (Vždy byl mechanismus pootočen o $+ 90^\circ$), z čehož mi vyšla nejmenší statická bezpečnost v druhé poloze a to 1,59. Nicméně při práci s delšími profily (nad 5000 mm), bude v praxi s největší pravděpodobností využito dvou otočných podpěr. Tímto se výrazně zvýší statická bezpečnost i manipulace s materiálem.

Hlavními požadavky bylo upnutí čtvercových a obdélníkových profilů o maximální délce strany $a = 400$ mm, délka upnutých profilů až 6000 mm, průměr zařízení do 1200 mm, hmotnost celku do 300 kg a mechanické upínání. Vše bylo splněno s následujícími výsledky: Při dodržení maximálních rozměrových požadavků upnutého profilu činí hmotnost celku 294,7 kg a průměr zařízení 1000 mm.

Na základě výše zmíněných skutečností bylo docíleno unikátního poměru mezi celkovým rozměrem (průměrem) mechanismu vůči maximálnímu upnutému čtvercovému profilu. Tímto dochází k zcela zásadním úsporám materiálu a hmotnosti. A to vše při zachování jednoduché obsluhy a manévrovatelnosti.

V poslední části mé diplomové práce jsem se věnoval výkresové dokumentaci

3. Seznam použité literatury

- [1] LEINVEBER, Jan. *STROJNICKÉ TABULKY: Čtvrté doplněné vydání*. Úvaly: ALBRA, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7
- [2] *PIERCE CONTROL AUTOMATION* [online]. 2007 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.pierce.cz/rum.htm>
- [3] *PIERCE CONTROL AUTOMATION* [online]. 2007 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.pierce.cz/maxi.htm>
- [4] *PIERCE CONTROL AUTOMATION* [online]. 2007 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.pierce.cz/o-spolecnosti.htm>
- [5] *HGG GROUP* [online]. 2011. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.hgg-group.com/en/about-us/>
- [6] *HGG GROUP* [online]. 2011. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.hgg-group.com/en/cutting-services/>
- [7] *Müller Opladen* [online]. 2015. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.mueller-opladen.de/unternehmen/company.html>
- [8] *Müller Opladen* [online]. 2015. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.mueller-opladen.de/produkte/3d-profilschneiden/classic-e.html>
- [9] *Střední škola průmyslová a umělecká, Opava* [online]. 2011 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/_sablon_y/SPS_III/VY_32_INOVACE_C-08-06.pdf
- [10] Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. [online] Dostupné z: http://www.340.vsb.cz/doc/cms_library/fs_sme_05_003-214.pdf
- [11] *TG drives* [online]. 2015. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.tgdrives.cz/servomotory/servomotory-rady-tgn/tgn4>

- [12] *TG drives* [online]. 2015. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z:
[http://www.tgdrives.cz/prevodovky-a-linearni-jednotky/planetove-
prevodovky/sg-090/](http://www.tgdrives.cz/prevodovky-a-linearni-jednotky/planetove-
prevodovky/sg-090/)
- [13] ČSN 05 0120. *Výpočet svarových spojů strojních konstrukcí*. 1971.
Praha: Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření Praha.

Seznam obrázků

Obr. 1.1 – portálový řezací stroj RUM [2].....	11
Obr. 1.2 – portálový řezací stroj MAXI [3].....	11
Obr. 1.3 – Otočná podpěra HGG – GROUP [6].....	13
Obr. 1.4 – Otočná podpěra Müller Opladen [8].....	13
Obr. 3.1 – Upnutí TR OBD 300x200x10.....	15
Obr. 3.2 – Upnutí TR 4HR 400x10.....	16
Obr. 3.3 – Situace před vložením materiálu.....	17
Obr. 3.4 – Upnutí TR ODB 120x85x3 (isometrický pohled).....	17
Obr. 4.1 – Spojení ramena s jezdcem.....	18
Obr. 4.2 – Nosný průřez koutového svaru.....	18
Obr. 4.3 – Výpočtová délka svaru.....	19
Obr. 5.1 – Čelní soukolí s přímými zuby.....	23
Obr. 5.2 – Rozměry ozubení [9].....	24
Obr. 5.3 – 3D model ozubení.....	27
Obr. 5.4 – Výsledné ozubení.....	28
Obr. 6.1 – Polohy natočení.....	29
Obr. 6.2 – Výpočtový model upínacího mechanismu.....	30
Obr. 6.3 – Upnutí profilu pro výpočet v poloze 1.....	31
Obr. 6.4 – Tabulka materiálů.....	32
Obr. 6.5 – Vložení pevné vazby 1.....	33
Obr. 6.6 – Vložení pevné vazby 2.....	33
Obr. 6.7 – Zatížení gravitační silou.....	34

Obr. 6.8 – Pohled sítě.....	35
Obr. 6.9 – Napětí Von Mises.....	36
Obr. 6.10 – Posunutí.....	36
Obr. 6.11 – Součinitel bezpečnosti.....	37
Obr. 6.12 - Upnutí profilu pro výpočet v poloze 2.....	38
Obr. 6.13 – Vložení pevné vazby 1.....	39
Obr. 6.14 – Vložení pevné vazby 2.....	39
Obr. 6.15 – Zatížení gravitační silou.....	40
Obr. 6.16 – Pohled sítě.....	41
Obr. 6.17 – Napětí Von Mises.....	42
Obr. 6.18 – Posunutí.....	42
Obr. 6.19 – Součinitel bezpečnosti.....	43
Obr. 6.20 – 2. Poloha.....	44
Obr. 6.21 – Použití dvou podpěr.....	45
Obr. 7.1 – Určení průměru opsané kružnice.....	46
Obr. 7.2 – Přídavný moment.....	49
Obr. 7.3 – TGN4-0960 [11].....	51
Obr. 7.4 – SG 090-25 [12].....	52

Seznam tabulek

Tab. 4.1 - Minimální přípustná tloušťka koutového svaru [13].....	19
Tab. 4.2 – Převodní součinitel α [13].....	21
Tab. 6.1 – Přehled výsledků MKP analýzy.....	44

Seznam výkresů

Číslo výkresu	název výkresu
KUD169-S1-A2	Mechanismus uchycení (sestava)
KUD169-S2-A1	Uložení sestava
KUD169-S3-A4	Čelist (svařenec)
KUD169-S4-A2	Rameno dvojité (svařenec)
KUD169-S5-A3	Rameno jednoduché (svařenec)
KUD169-SC-A2	Celková sestava
KUD169-SV1-A3	Vozík (sestava)
KUD169-SV2-A3	Lož. domek (sestava)
KUD169-V1-A4	Rameno
KUD169-V2-A4	Jezdec (malý)
KUD169-V3-A4	Trapézová matice
KUD169-V4-A3	Jezdec (velký)
KUD169-V5-A4	Trapézová matice LH
KUD169-V6-A4	Čelist
KUD169-V7-A4	Čelist'ová deska
KUD169-V8-A3	Uložení 2

KUD169-V9-A3	Uložení 1
KUD169-V10-A4	Aretace uložení (kroužek)
KUD169-V11-A4	Vodící tyč
KUD169-V12-A4	Trapézový šroub (pravostranný)
KUD169-V13-A4	Trapézový šroub (levostranný)
KUD169-V14-A4	Podložka vymežovací 1
KUD169-V15-A4	Podložka vymežovací 2
KUD169-V16-A4	Oz. kolo spodní
KUD169-V17-A4	Hřídel
KUD169-V18-A4	Oz. kolo vrchní
KUD169-V19-A1	Nosný kruh
KUD169-V20-A3	Dvířka 2
KUD169-V21-A3	Dvířka 1
KUD169-V22-A4	Rozpěrná tyč
KUD169-V23-A4	Čep dvířek
KUD169-V24-A4	Zajišťovací kolík
KUD169-V25-A4	Čep 20x60 (čelistový)
KUD169-VV1-A4	Lož. domek (spodní část)
KUD169-VV2-A4	Lož. domek (vrchní část)
KUD169-VV3-A4	Deska uchycení
KUD169-VV4-A1	Nosná základna
KUD169-VV5-A4	Podpěrný válec
KUD169-VV6-A4	Hřídel kola
KUD169-VV7-A4	Pojezdové kolo

Přílohy

Příloha 1 – MKP analýza v poloze 3 a 4

Příloha 2 – Sestavní výkres [KUD169-S1-A2]

Příloha 3 – Sestavní výkres [KUD169-S2-A1]

Příloha 4 – Sestavní výkres [KUD169-S3-A4]

Příloha 5 – Sestavní výkres [KUD169-S4-A2]

Příloha 6 – Sestavní výkres [KUD169-S5-A3]

Příloha 7 – Sestavní výkres [KUD169-SC-A2]

Příloha 8 – Sestavní výkres [KUD169-SV1-A3]

Příloha 9 – Sestavní výkres [KUD169-SV2-A3]

Příloha 10 – Výrobní výkres [KUD169-V1-A4]

Příloha 11 – Výrobní výkres [KUD169-V2-A4]

Příloha 12 – Výrobní výkres [KUD169-V3-A4]

Příloha 13 – Výrobní výkres [KUD169-V4-A3]

Příloha 14 – Výrobní výkres [KUD169-V5-A4]

Příloha 15 – Výrobní výkres [KUD169-V6-A4]

Příloha 16 – Výrobní výkres [KUD169-V7-A4]

Příloha 17 – Výrobní výkres [KUD169-V8-A3]

Příloha 18 – Výrobní výkres [KUD169-V9-A3]

Příloha 19 – Výrobní výkres [KUD169-V10-A4]

Příloha 20 – Výrobní výkres [KUD169-V11-A4]

Příloha 21 – Výrobní výkres [KUD169-V12-A4]

Příloha 22 – Výrobní výkres [KUD169-V13-A4]

Příloha 23 – Výrobní výkres [KUD169-V14-A4]

Příloha 24 – Výrobní výkres [KUD169-V15-A4]

Příloha 25 – Výrobní výkres [KUD169-V16-A4]

Příloha 26 – Výrobní výkres [KUD169-V17-A4]

Příloha 27 – Výrobní výkres [KUD169-V18-A4]

Příloha 28 – Výrobní výkres [KUD169-V19-A1]

Příloha 29 – Výrobní výkres [KUD169-V20-A3]

Příloha 30 – Výrobní výkres [KUD169-V21-A3]

Příloha 31 – Výrobní výkres [KUD169-V22-A4]

Příloha 32 – Výrobní výkres [KUD169-V23-A4]

Příloha 33 – Výrobní výkres [KUD169-V24-A4]

Příloha 34 – Výrobní výkres [KUD169-V25-A4]

Příloha 35 – Výrobní výkres [KUD169-VV1-A4]

Příloha 36 – Výrobní výkres [KUD169-VV2-A4]

Příloha 37 – Výrobní výkres [KUD169-VV3-A4]

Příloha 38 – Výrobní výkres [KUD169-VV4-A1]

Příloha 39 – Výrobní výkres [KUD169-VV5-A4]

Příloha 40 – Výrobní výkres [KUD169-VV6-A4]

Příloha 41 – Výrobní výkres [KUD169-VV7-A4]

**Přílohy jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti
u vedoucího práce Ing. Oldřicha Učně, Ph.D.**